

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

FAKULTA STROJNÍ

INSTITUT DOPRAVY

VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH PALIV V DOPRAVNÍ ORGANIZACI

Alternative Fuel Utilization in the Transport Organization

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Petr Škapa, CSc

Diplomant: Břetislav Zajíček

Datum odevzdání: 21. 5. 2010

Ostrava 2010

Prohlášení studenta

Prohlašuji že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- Jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠBTUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB–TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu s jejich strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě.....

.....

Podpis

Břetislav Zajíček

Brníčko č.1

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zajiček, B. Využití alternativních paliv v dopravní organizaci. Ostrava: institut dopravy, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2010, 49 s. Bakalářská práce, vedoucí Škapa, P.

Bakalářská práce se zabývá využitím alternativních paliv v dopravní organizaci. V úvodu jsou analyzovány právní předpisy vztahující se na ochranu životního prostředí. Dále je provedena SWOT analýza a Well to Whells analýza alternativních paliv. Na základě těchto analýz je proveden výběr nejvhodnějších alternativních paliv pro provoz dopravních prostředků. Dále je pak tento návrh ověřen ve vybrané organizaci a je provedeno zhodnocení tohoto návrhu.

Klíčová slova: alternativní, emise, organizace

ANNOTATION BACHELOR THEISIS

Zajiček, Břetislav. Alternative fuel utilization in the transport organization. Ostrava: institute of transport, Faculty of Mechanical Engineering VŠB – Technical University of Ostrava, 2010, 49 p. Bachelor thesis, head : Škapa, P.

Bachelor thesis is dealing of alternative fuel utilization in the transport organization. In the introduction are analysed law statute which are relating to enviromental protection. Farther is accoplished SWOT analysis and Well to Whells analysis of alternative fuels. On basic of this analyses is accomplished selection of the properiest alternative fuels for operation of vehicles. Farther this suggestion is verifyted in selected organization and evaluation of this suggestion is accoplished.

Key word: alternative, emission, organization

Obsah

Seznam použitých značek	7
0. Úvod.....	8
1. Metodika	8
2. Analýza právních předpisů	9
3. Analýza alternativních paliv	10
3.1 Paliva při jejichž použití není nutná přestavba vozidla	11
3.1.1 Bionafta.....	11
3.1.2 Emulzní nafta.....	12
3.1.3 Bioetanol	13
3.2 Paliva při jejichž použití je nutná přestavba vozidla	14
3.2.1 LPG	14
3.2.2 CNG	16
3.2.3 Bioplyn.....	17
3.2.4 Vodík	18
3.3 Analýza bateriového a hybridního pohonu	19
3.3.1 Hybridní pohon	19
3.3.2 Bateriové pohony	20
3.4 SWOT analýza alternativních paliv	21
3.4.1 SWOT analýza alternativních paliv při jejichž použití není nutná přestavba vozidla	21
3.4.2 SWOT analýza alternativních paliv při jejichž použití je nutná přestavba vozidla....	23
4. Výběr alternativních paliv pro provoz vozidel v dopravní organizaci	26
4.1 Vliv alternativních paliv na snižování energetické náročnosti a emisí.....	26
4.2 Výběr alternativních paliv	29
5. Ověření návrhu	30
5.1 Náklady předpokládané přestavby vozidel	30
5.2 Výpočet návratnosti přestavby vozidel.....	31
6. Závěr	36
7. Seznam použité literatury	38
8. Seznam příloh	39

Seznam použitých značek

CČ	- cetanové číslo
CH ₄	- metan
CNG	- Compressed Natural Gas - stlačený zemní plyn
CHD	- chráněná dílna
CHOS	- charitní ošetrovatelská služba
CHP	- chráněné pracoviště
CHPS	- charitní pečovatelská služba
CHZ	- charita Zábřeh
ČSN	- československá státní norma
EN	- evropská norma
FAME	- metylestery mastných kyselin
LPG	- Liquefied Petroleum Gases - propan butan
LTO	- lehké topné oleje
MEŘO	- metylester řepkového oleje
OČ	- oktanové číslo
OA	- osobní asistence
OS	- občanská poradna
PM	- prachové částice
STK	- stanice technické kontroly
TP	- technický průkaz
TTW	- Tank to Wheels – z nádrže na kola
VOC	- nespálené uhlovodíky
WTW _{fos}	- Well to Whells fosilní paliva

0. Úvod

Provozování dopravních prostředků je příčinou znečištění ovzduší. Je to z důvodu vysokého počtu vozidel. Doprava jako celek má největší nárůst spotřebované energie ze všech odvětví. Studie předpokládají během 30 let ke zdvojnásobení počtu automobilů. Automobilová doprava spotřebuje 20 % vyrobené energie.

Tím je dána úplná závislost na ropě a důsledkem nadměrné produkce CO₂ při spalování fosilních paliv jsou globální změny klimatu a místní poškození ovzduší zejména pevnými částicemi a oxidy dusíku. Vzhledem k možnosti úplného vyčerpání paliv, k jejich ceně a stále se zhoršujícímu životnímu prostředí, je nutné hledat alternativní paliva a pohony, které sníží hladinu škodlivin vypouštěných dopravními organizacemi a dopravními prostředky.



Obr.1 Předpokládaný vývoj spotřeby paliva [4]

1. Metodika

1. Analýza právních předpisů.
2. Analýza alternativních paliv.
3. SWOT analýza alternativních paliv.
4. Well to Whells analýza alternativních paliv.
5. Výběr alternativních paliv pro použití v dopravní organizaci.
6. Ověření návrhu v dopravní organizaci.

2. Analýza právních předpisů

Tuhé, kapalné a plynné látky ovlivňují kvalitu ovzduší. Při provozování dopravních prostředků dochází k uvolňování emisí, které vznikají hlavně spalováním fosilních paliv, při zbrojení a skladování pohonných hmot a maziv, při údržbě a opravách vozidel. Nedokonalé spalování fosilních paliv je příčinou vzniku škodlivých látek, které jsou vypouštěny do ovzduší.

Vypouštěné emise se skládají z těchto látek:

- oxid uhelnatý (CO)
- oxid dusný (NO_x)
- oxid siřičitý (SO₂)
- nespálené uhlovodíky (VOC)
- jemné částice
- formaldehydy
- olovo

Tab. 2.1 Tabulka vypouštěných emisí (v tis. t) [4]

	2000	2004	2005	2006	2007	2008
CO ₂	12 252,0	26 700,0	18 191,0	18 514,0	19 629,0	19 187,0
CO	278,4	235,6	232,8	213,1	204,2	185,1
NO _x	96,8	95,5	101,6	97,1	94,2	88,0
N ₂ O	1,4	2,3	2,4	2,5	2,5	2,4
Těkavé organické látky	60,0	47,8	47,3	42,3	40,5	34,8
CH ₄	1,8	1,8	1,9	1,8	1,7	1,6
SO ₂	1,7	2,6	0,6	0,6	0,7	0,6
Částice	4,9	5,7	6,3	6,4	6,6	6,3
Pb	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Dle zákona č. 86/2002 Sb., který udává nejvyšší dovolené koncentrace oxidu uhličitého, oxidu dusíku a oxidu siřičitého, rozeznáváme tři limity:

1. Emisní limit – nejvyšší přípustné množství znečišťující látky vypouštěné do ovzduší.
2. Imisní limit – nejvyšší přípustná hmotnostní koncentrace znečišťující látky obsažené v ovzduší.
3. Depoziční limit – nejvyšší přípustné množství znečišťující látky usazené po dopadu na jednotku zemského povrchu za jednotku času.

Dopravní organizace musí dodržovat emisní limity, které se zjišťují měřením nebo výpočtem ze spotřeby paliva.

Tab. č. 2.2 Emisní limity [Herčík 2008]

	Hmotnostní tok	Koncentrace tuhých látek v nosném plynu
Tuhé znečišťující látky	$< 2,5 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$	do $200 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$
Tuhé znečišťující látky	$> 2,5 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$	do $150 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$
Oxid siřičitý	$> 20 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$	do $2500 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$
Oxid dusíku (NO_2)	$> 10 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$	do $500 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$
Oxid uhelnatý	$> 5 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$	do $800 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$

Zákony a vyhlášky vztahující se k ochraně životního prostředí jsou uvedeny v příloze A. Všechny zákony a vyhlášky jsou uvedeny v platném znění.

Zákony, směrnice a předpis Evropské unie na ochranu ovzduší jsou uvedeny v příloze B. Všechny zákony, směrnice a předpisy Evropské unie jsou uvedeny v platném znění.

3. Analýza alternativních paliv

Rozvoj průmyslu a zvyšování životní úrovně vede ke zhoršování životního prostředí. Kvalitu životního prostředí zhoršuje hlavně automobilová doprava. Proto se dostávají alternativní pohony do popředí zájmů státních orgánů na celém světě. Alternativní paliva se mohou také využívat při výrobě energie a tepla.

Dělení alternativních paliv

- paliva, při jejichž použití není nutná přestavba vozidla (bionafta, bioetanol, emulsní nafta)
- paliva, při jejichž použití je nutná přestavba vozidla (LPG, CNG, bioplyn, vodík)

3.1 Paliva při jejichž použití není nutná přestavba vozidla

3.1.1 Bionafta

Bionafta je ekologické palivo na bázi metylesterů pro vznětové motory, které se vyrábí rafinačním procesem hlavně z rostlinného, ale i živočišného tuku. Hlavním zdrojem pro výrobu bionafty je metylester řepkového oleje (MEŘO), který se získává ze semen řepky olejné. Při spalování bionafty vzniká až o třetinu méně skleníkových plynů než při spalování motorové nafty.

Výhody

- dobrá vznětlivost
- dobrá mazací schopnost
- vysoké cetanové číslo

Nevýhody

- energetická náročnost výrobního procesu
- rozpouští usazeniny v palivovém potrubí
- při kontaktu s vodou vznikají mastné kyseliny, které způsobují korozi

Tab. č. 3.1 Vlastnosti bionafty a běžné nafty [4]

Vlastnosti paliva	Bionafta (FAME)	Motorová nafta
Cetanové číslo	~54	51
Hustota při 15°C (g/cm ³)	0,88	0,84
Výhřevnost (MJ/kg)	37,3	42,7
Stechiometrický poměr vzduch/palivo (hm.)	12,3	14,53
Obsah kyslíku (% hm.)	9-11	<0,6
Kinematická viskozita při 20°C (mm ² /s)	7,4	4,0
Bod vzplanutí (°C)	91-135	77

Toto palivo musíme skladovat v tmavém a suchém prostředí v ocelových nebo hliníkových nádržích. Materiály na výrobu skladovacích nádrží by neměly obsahovat měď, mosaz, zinek, cín a olovo. Pokud skladujeme čistou bionaftu, neměla by doba skladování

přesáhnout 6 měsíců. Protože má vyšší bod hoření než motorová nafta, může se tedy bez obav využít stejné čerpací zařízení jako pro klasickou naftu. To vede k tomu že je toto palivo možno čerpat na každé čerpací stanici. U bionafty musíme vzít na zřetel horší čerpatelnost v zimních měsících v důsledku horších nízkoteplotních vlastností než u motorové nafty. Bionaftu s obsahem FAME > 5% můžeme skladovat a čerpat pouze odděleně, protože může docházet k oddělování směsy s jinou hustotou.

Při provozování bionafty mohou nastat tyto problémy:

- ředění motorového oleje
- zanášení vstřikovacích trysek
- narušení těsnícího materiálu

Shrnutí: Výroba tohoto paliva z klasických surovin je v technologické praxi považována za zvládnutelnou. Bionaftu s obsahem MEŘA min. 30% by měly spotřebovávat firmy v zemědělství, lesnictví a stavebnictví. Tyto firmy by měly být schopny spotřebovat velké množství bionafty bez větších technických problémů.

3.1.2 Emulzní nafta

Je to palivo, které obsahuje 85% objemu motorové nafty, 13% objemu vody a 2% objemu emulgačních činidel.[12] Emulgační činidla zabezpečují rozptýlení vody do velmi malých kapek. Toto palivo mohou bez potíží spalovat vozidla provozovaná na motorovou naftu. Při použití emulzní nafty klesá kouřivost motoru, ale dochází k poklesu výkonu motoru o 10%. Emulzní nafta se nedoporučuje používat v rychloběžných motorech z důvodu snížené mazací schopnosti paliva => nebezpečí zadření motoru.

Výhody:

- pokles kouřivosti
- zvýšení účinnosti spalování
- nižší cena paliva
- na toto palivo se nevztahuje spotřební daň

Nevýhody:

- zvýšení spotřeby paliva o 10%
- snížení mazivosti

Tab. 3.2 Změny emisí při využití emulzní nafty v různých typech motoru [12]

Typ emisí	EURO 0-1	EURO 2	EURO 3
NO _x	-15%	-10%	-5%
CO	-30%	-12%	-10%
PM	-40%	-23%	-55%
kouřivost	-75%	-80%	-80%
CO ₂	-5%	-3%	-3%

Z tabulky 3.2 je zřejmé výrazné snížení emisí pevných částic a kouřivosti.

3.1.3 Bioetanol

Bioetanol je vyráběn fermentací škrobů obsažených v obilí, cukru obsaženého v melase a bramborách. Toto palivo je určeno hlavně pro použití v zážehových motorech, ale dá se použít i v motorech naftových. Bioetanol je ve směsi obsažen v 10-100 %.

Tab. 3.3 Srovnání bioetanolu a benzínu [4]

Parametr	Bioetanol	Benzín
Oktanové číslo	109/92	96/95
Cetanové číslo	11	8
Hustota [g/cm ³]	0,8	0,75
Výhřevnost [MJ/kg]	26,4	41,3
Stechiometrický poměr	9	14,7
Zápalná teplota [°C]	425	280
Bod vzplanutí [°C]	12	-35

Výhody:

- o 10% vyšší oktanové číslo než benzín
- směs s benzínem má nižší emise než benzín v závislosti na poměru bioetanol/benzín

Nevýhody:

- malé cetanové číslo – špatně se vzněcuje
- nesmí přijít do styku s vodou

Shrnutí: Výroba tohoto paliva z klasických surovin je v technologické praxi považována za zvládnutelnou. V České republice máme k dispozici pouze benzín s příměsí ethanolu do 5% obj.

3.2 Paliva při jejichž použití je nutná přestavba vozidla

3.2.1 LPG

LPG je nejrozšířenější alternativní palivo. Je to zkapalněný ropný plyn, který je vedlejším produktem při rafinaci ropy. LPG je bezbarvá, silně těkající, hořlavá a výbušná kapalina, která se skládá z propan butanu.

Používá se ve vozidlech a stacionárních zdrojích. Ve srovnání s klasickými palivy má o 15% nižší emise CO₂. Přestavba automobilů na tento pohon je velmi jednoduchá. V automobilech provozovaných v České republice lze použít pouze plynné palivo v kvalitě, kterou udává norma ČSN EN 589 : 2004. Dle této normy musí mít oktanové číslo minimální hodnotu 89.

Tab. 3.4 Srovnání některých parametrů LPG a benzínu. [4]

Parametr	LPG	Benzín
Výhřevnost [MJ/kg]	46	42-45
Zápalná teplota [°C]	510-580	280
Stechiometrický poměr vzduch palivo [m ³ /m]	23,8	14,7

Z tabulky 3.4 je zřejmé, že LPG má vyšší výhřevnost než benzín, ale ze stochiometrického poměru vzduchu a paliva vyplývá vyšší spotřeba LPG. V důsledku vyšší zápalné teploty nedochází k samozápalům.

Čerpací stanice LPG plní motorová vozidla zkapalněným plynem.

Síť čerpacích stanic LPG v ČR (510 stanic) je poměrně hustá takže není problém natankovat toto palivo.

LPG je možno použít v pístových motorech zážehových i vznětových. Ve vznětových motorech se LPG uplatňuje hlavně ve stacionárních zařízeních, protože v motorových vozidlech nevyhovovalo toto palivo ze strany vypouštěných emisí. U zážehových motorů se LPG použije po jednoduché přestavbě. Vznikne tedy dvoupalivové vozidlo, které jezdí primárně na LPG. Benzín se používá na spouštění motoru nebo na dojezd k čerpací stanici. Při přestavbě se nejčastěji na místo rezervy namontuje palivová nádrž, jejíž velikost je odvislá od velikosti rezervy. Dále se namontuje směšovač plyn – vzduch, regulátor tlaku plynu, plynový ventil, plnicí koncovka a řídicí počítač na LPG. Schéma přestavby vozu je znázorněno v příloze C.

Výhody

- o 15% nižší produkce CO₂ než u konvenčních paliv
- poloviční cena paliva oproti benzínu
- tichý chod motoru

Nevýhody

- náklady na přestavbu 12-30 tis. Kč dle druhu motoru
- snížení výkonu motoru o 5%
- vyšší spotřeba o 5-15% než spotřeba benzínu
- zmenšení zavazadlového prostoru o objem plynové nádrže
- častější výměna zapalovacích svíček
- zákaz parkování v podzemních garážích z důvodu větší hmotnosti plynu než vzduchu => možnost výbuchu
- nejde o obnovitelné palivo

Shrnutí: Zdroje tohoto paliva jsou vázány na ropu. Výroba a získávání LPG představuje prověřené technologické postupy. Toto palivo je o 50% levnější než klasická paliva. Síť čerpacích stanic je poměrně hustá.

3.2.2 CNG

Je to stlačený zemní plyn, který se používá jako palivo pro spalovací motory. Po malé technické úpravě ho lze použít v benzínových i naftových motorech. Toto palivo má až 98% obsahu metan, proto produkuje daleko méně škodlivin než klasická paliva (nafta, benzín).

Při přestavbě se do vozidla namontuje palivová nádrž s plnicím ventilem, vysokotlaké a nízkotlaké potrubí, regulátor tlaku plynu, řídicí elektronická jednotka, přepínač plyn – benzín a elektronické vstřikovače. Schéma přestavby vozu na CNG je znázorněno v příloze D.

Čerpací stanice

Zemní plyn se plní do skladovacích nádrží (tlakových zásobníků) čerpacích stanic pomocí kompresorů z plynovodní sítě. Kompresor stlačuje zemní plyn na tlak 20-30 Mpa. Při čerpání plynu do motorového vozidla se konektor plnicí hadice připojí na plnicí ventil vozidla.

Existují dva druhy čerpacích stanic:

- stanice rychlého plnění
- stanice pomalého plnění

Stanice rychlého plnění

Stanice rychlého plnění naplní palivovou nádrž za 3-5 minut. Doba plnění je tedy srovnatelná jako čerpání nafty a benzínu.

Schéma stanice rychlého plnění je znázorněno v příloze E.

Stanice pomalého plnění

Stanice pomalého plnění naplní palivovou nádrž vozidla za 5-8 hodin. Odpadá zde plnění tlakových zásobníků a může se napojit každý u svého domu pokud má přívod zemního plynu. Tato stanice z důvodu dlouhé doby plnění palivových nádrží vozidel se nevyužívá v dopravních organizacích, ale využívají ji individuální spotřebitelé.

Schéma stanice pomalého plnění je znázorněno v příloze F.

Výhody:

- o 30% nižší produkce CO₂ než u benzínu
- náklady na provoz jsou až o 50% nižší než u klasických paliv
- možnost parkování v podzemních garážích
- snadná doprava plynu do čerpacích stanic
- menší poruchovost v důsledku čistoty paliva
- vysoká antidetonační stálost
- při spalování neprodukuje pevné částice jako při spalování nafty
- zanedbatelné emise oxidu uhelnatého a siřičitého
- při úniku nedochází ke kontaminaci půdy

Nevýhody:

- vyšší spotřeba paliva
- vysoké pořizovací náklady na přestavbu 40-80 tis. Kč dle velikosti nádrží
- o 5% nižší výkon motoru
- řídká síť čerpacích stanic

Shrnutí: Největší nedostatek využití tohoto paliva je v malé hustotě čerpacích stanic. Vyrábí se málo automobilů s pohonem na CNG. Toto palivo by mělo největší využití v městské dopravě a v organizacích, které provozují svá vozidla v okruhu čerpací stanice.

3.2.3 Bioplyn

Bioplyn je plynná směs metanu a oxidu uhličitého. Vzniká rozkladem organických látek bez přístupu vzduchu. Hlavním zdrojem pro výrobu bioplynu je biomasa. Bioplyn se používá v dopravě stejně jako zemní plyn, ale musí se vyčistit.

Shrnutí: Bioplyn se v ČR používá na výrobu tepla a elektrické energie. V ČR se v dopravě toto palivo nepoužívá, protože není dostatečně čisté.

3.2.4 Vodík

Vodík je nosičem energie pro pohon motorových vozidel. Vyrábí se elektrolýzou vody, zplyňováním uhlí, z biomasy. Můžeme ho použít k elektrochemické oxidaci v palivových článcích které generují energii, k pohonu motorového vozidla nebo jako palivo v zážehových motorech. Protože je vodík velice čisté palivo, vzniká při jeho hoření jen voda a proto je z hlediska vypouštěných emisí je velmi výhodné použít ho přímo jako palivo pro motorová vozidla. Použití vodíku v palivových článcích je však výhodnější, protože palivové články mají větší účinnost.

Výhody:

- při hoření vzniká jen voda

Nevýhody:

- ve směsi se vzduchem je silně výbušný
- výroba vodíku je energeticky náročná

Shrnutí: Pro použití vodíku jako paliva nám chybí velké množství vodíku a síť čerpacích stanic.

Komplexní snížení emisí dosáhneme při použití vodíku v palivových článcích.

Vlastnosti paliv

Tab. 3.5 Fyzikální vlastnosti paliv [8]

Vlastnost	Benzín	LPG	CNG	Metanol	Etanol	Nafta	MEŘO	Vodík
Hustota kg/m ³ při 15°C	720- 775	510- 580		796	794	800- 845	870-890	0,0838
Výhřevnost (MJ/kg)	42-43,5	46	50	19,9	26,8	42,5	38,5	120,05
Teplota vznícení (°C)	450	460	650	450	420	250	300	
OČ	91-100	100	130	111	108	-	-	
CC	10	-	-	0 až -3	5	nad 46	~50	

Vlastnost	Benzín	LPG	CNG	Metanol	Etanol	Nafta	MEŘO	Vodík
Výparné teplo (kJ/kg)	290	300	555	1110	904	180	260	
Obsah uhlíku (% hm)	85,5	84	74,25	37,5	52,2	86	77	
Obsah vodíku (% hm)	14,5	16	24,75	12,5	13	14	12	
Obsah kyslíku (% hm)	2,7	0	0	50	34,8	0,6	11	
Bod vzplanutí (°C)	pod -30	pod-45		11	20	nad 55	nad 100	
Stechiometrický poměr	14,7	23,8	9,2		9	14,53	12,3	

Z tabulky 3.5 je zřejmé, že největší výhřevnost má CNG a LPG. Tyto paliva mají rovněž vysoké oktanové číslo=> nedochází k samozápalům takže se dá bez potíží zvýšit kompresní poměr a tím dosáhnout zvýšení výkonu motoru.

Z výše uvedené analýzy paliv jsem dospěl k názoru že pro pohon vozidel se nejvíce hodí CNG pro naftové i benzínové a LPG pro benzínové vozy.

3.3 Analýza bateriového a hybridního pohonu

3.3.1 Hybridní pohon

Je to kombinace několika pohonů pro pohon jednoho stroje. Nejčastěji se používá systém kombinace spalovacího motoru a elektromotoru. Cílem hybridních pohonů je co nejvíce využít předností každého zdroje energie. Při pohonu elektromotorem se energie dodává z akumulátorů. Při pohonu spalovacím motorem se výkon motoru přenáší klasickým způsobem a přitom elektromotor funguje jako alternátor a dobíjí akumulátory.

Výhody

- lokálně nulové emise při pohonu proudem z baterie
- snížení hluku – při pohonu proudem z baterie

- snížení spotřeby paliva
- snížení závislosti na fosilní paliva

Nevýhody

- vyšší hmotnost vozidla
- menší zavazadlový prostor o velikost baterií
- vyšší pravděpodobnost poruchy než u konvenčních automobilů
- vyšší pořizovací cena než u konvenčních automobilů
- po vyřazení vozidla z provozu vzniká nebezpečný odpad ve formě baterií

Možnosti koncepce hybridních pohonů

- spalovací motor, elektromotor, akumulátor
- spalovací motor, elektromotor, externí přívod elektrické energie
- spalovací motor, setrvačnick
- plynová turbína, generátor, akumulátor, elektromotor

3.3.2 Bateriové pohony

Tyto pohony se nejvíce využívají ve vnitropodnikové dopravě pro dopravu materiálů nebo zaměstnanců.

Výhody:

- vysoká účinnost
- možnost využití rekuperace
- lokálně nulové emise

Nevýhody:

- dlouhé nabíjení
- krátký dojezd
- drahé akumulátory
- nehodí se do kopcovitého terénu
- vznik nebezpečného odpadu po dosloužení baterií

3.4 SWOT analýza alternativních paliv

Je to metoda, při které dochází ke kvalitativnímu hodnocení. Jádrem této metody spočívá v klasifikaci a hodnocení jednotlivých faktorů, které jsou rozděleny do 4 skupin.

Analýza spočívá v rozboru a hodnocení současného stavu projektu a současné situace kolem něj. Ve vnitřním prostředí klasifikujeme a hledáme silné a slabé stránky, ve vnějším prostředí klasifikujeme a hledáme příležitosti a hrozby pro projekt. V rámci SWOT analýzy hledáme vzájemné vztahy mezi silnými a slabými stránkami, příležitostmi a silnými stránkami atd. Tyto vztahy pak mohou být použity pro stanovení strategie a rozvoje.

	S- silné stránky	W- slabé stránky
O- příležitosti	Strategie SO	Strategie WO
T- hrozby	Strategie ST	Strategie WT

SO- využít silné stránky na získání výhod

WO- překonat slabiny využitím příležitostí

SW- využít silné stránky na čelění hrozbám

WT- minimalizovat náklady a čelit hrozbám

3.4.1 SWOT analýza alternativních paliv při jejichž použití není nutná přestavba vozidla

SWOT analýza bionafty

Silné stránky:

- dobrá vznětlivost
- vysoké cetanové číslo
- jednoduché uskladnění
- mazací schopnost
- nižší vypouštěné emise CO₂
- neplatí se silniční daň
- rychlá odbouratelnost při úniku

- nevyžaduje speciální čerpací stanice
- při použití nevyžaduje přestavbu vozidla
- je to obnovitelné palivo

Slabé stránky:

- rozpouští usazeniny v palivovém potrubí
- při kontaktu s vodou způsobuje korozi
- výroba je energeticky náročná
- zvýšení spotřeby o 5%
- snížení výkonu motoru o 5%

Příležitosti:

- dotace při použití bionafty ve vozidlech
- snížení energetické náročnosti výroby

Hrozby:

- případný nedostatek surovin pro výrobu bionafty

SWOT analýza emulzní nafty

Silné stránky:

- pokles kouřivosti
- nižší cena paliva
- nevyžaduje přestavbu vozidla
- na toto palivo se nevztahuje spotřební daň
- nižší vypouštěné emise CO₂

Slabé stránky:

- nelze použít v rychloběžných motorech
- zvýšení spotřeby paliva

Příležitosti:

- dotace na použití paliva

Hrozby:

- zvýšení ceny paliva v důsledku zvýšení spotřeby

SWOT analýza Bioetanolu

Silné stránky:

- nižší vypouštěné emise CO₂
- není nutná přestavba vozidla
- je to obnovitelné palivo

Slabé stránky:

- nesmí přijít do styku s vodou
- energeticky náročná výroba
- nedostatek čerpacích stanic
- zvýšení nákladů na údržbu

Příležitosti:

- dotace na použití

Hrozby:

- následný nedostatek surovin pro výrobu

3.4.2 SWOT analýza alternativních paliv při jejichž použití je nutná přestavba vozidla

SWOT analýza LPG

Silné stránky:

- cena paliva
- nižší vypouštěné emise CO₂
- dostupnost paliva
- lze jezdit na LPG i na benzín
- nižší energetická náročnost než u benzínu

Slabé stránky:

- nutná přestavba vozidla
- zvýšení spotřeby paliva
- snížení výkonu motoru
- zákaz parkování v podzemních garážích
- zmenšení zavazadlového prostoru
- použití pouze u vozidel s pohonem na benzín

Příležitosti:

- dotace na použití paliva
- výroba vozidel s pohonem na LPG

Hrozby:

- zvýšení ceny paliva z důvodu zvýšení poptávky

SWOT analýza CNG

Silné stránky:

- lze ho využít v benzínových i naftových motorech
- snížení produkce CO₂
- lze parkovat v podzemních garážích
- snadná doprava plynu do čerpacích stanic
- cena paliva
- při úniku nedochází ke kontaminaci půdy
- nižší energetická náročnost než u benzínu

Slabé stránky:

- cena přestavby
- snížení výkonu motoru
- dostupnost čerpacích stanic
- zvýšení hmotnosti vozidla

Příležitosti:

- výroba vozů s pohonem CNG
- dotace na přestavbu vozidel

Hrozby:

- zvýšení ceny paliva z důvodu zvýšení poptávky

SWOT analýza Bioplynu

Silné stránky:

- vzniká rozkladem z organických látek
- dostatek surovin pro výrobu
- nižší energetická náročnost než u konvenčních paliv
- nižší vypouštěné emise CO₂

Slabé stránky:

- nutné čištění paliva

Příležitosti:

- dotace na využití paliva

Hrozby:

- následný nedostatek surovin pro výrobu bioplynu

SWOT analýza Vodíku

Silné stránky:

- při hoření nevznikají emise

Slabé stránky:

- ve směsi se vzduchem je silně výbušný
- je nutná přestavba vozidla
- energeticky náročná výroba
- nedostatek čerpacích stanic

Příležitosti:

- využití vodíku v palivových článcích

Hrozby:

- zvýšení ceny paliva v důsledku zvýšení poptávky

Ze SWOT analýzy výše uvedených alternativních paliv jsem dospěl k názoru, že pro pohon vozidel je nejvýhodnější palivo CNG a LPG.

4. Výběr alternativních paliv pro provoz vozidel v dopravní organizaci

4.1 Vliv alternativních paliv na snižování energetické náročnosti a emisí

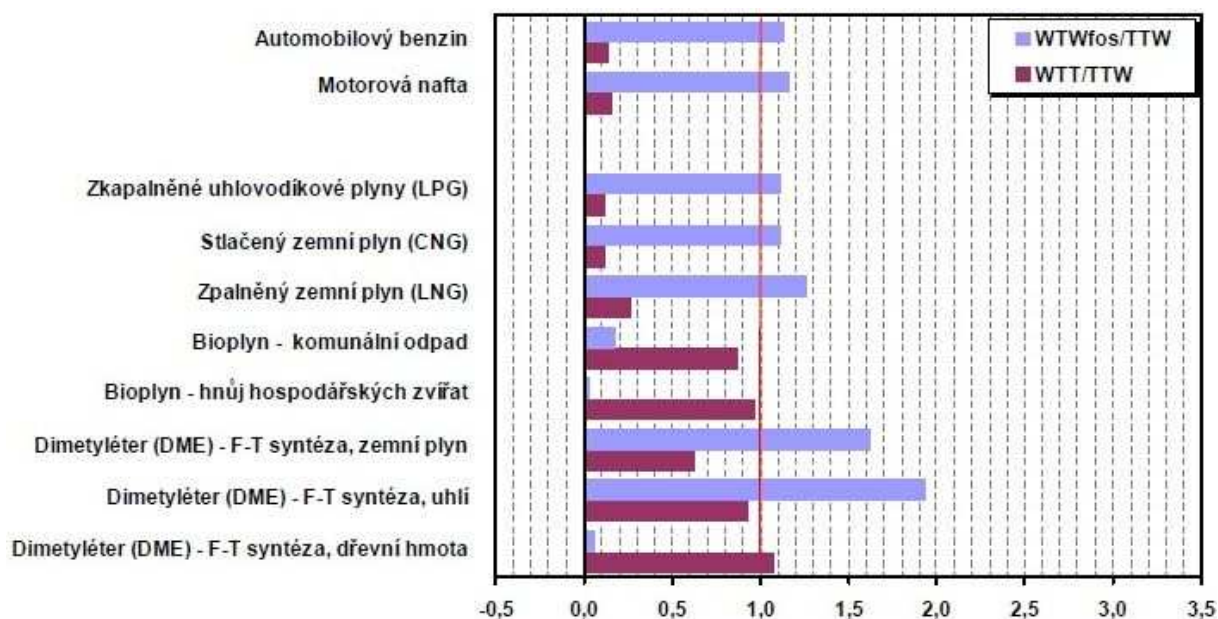
Při posuzování energetické náročnosti a vypouštěných emisí alternativních paliv musíme hodnotit fázi spotřeby ve vozidle i fázi výroby, produkce a distribuce paliv.

Pro posouzení energetické náročnosti se využívá analýza Well to Whells (WTW – od zdroje na kola).

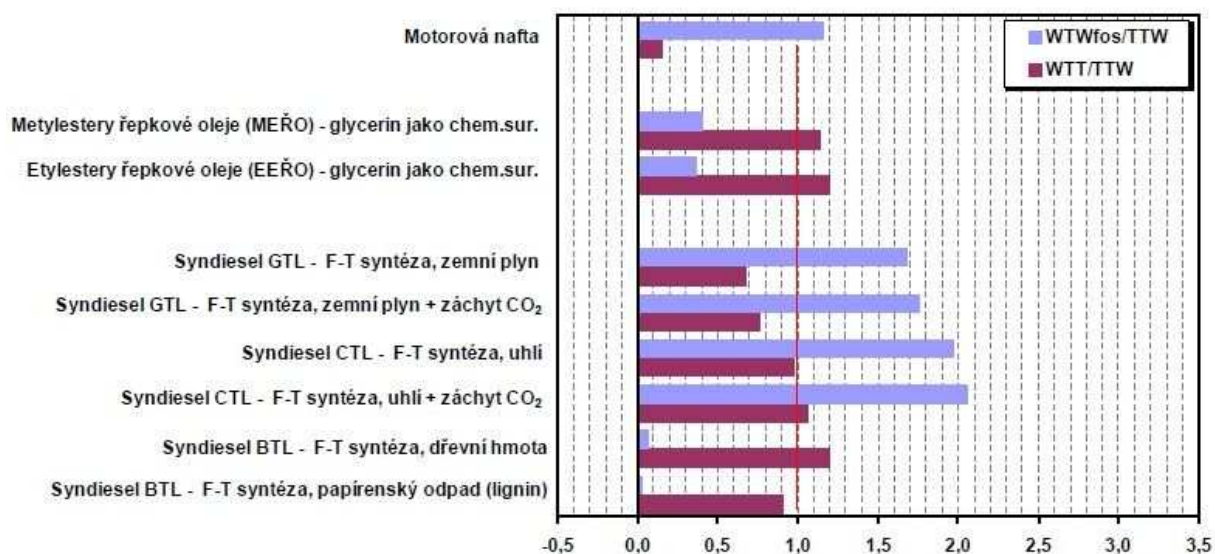
Tato analýza se dělí na dvě části:

- Well to Tank (WTT – od zdroje do nádrže) – fáze 1 – Tato analýza se zabývá posouzením energetické náročnosti a emisí ve fázích předcházejících konečné spotřebě paliva.
- Tank to Wheels (TTW – z nádrže na kola) - fáze 2 – Tato část analýzy se zabývá energetickou náročností ve fázi konečné spotřeby paliva.

V grafech 4.1 a 4.2 jsou uvedeny relativní hodnoty fáze WTT, které jsou vztaženy na využitelnou energii TTW a celková spotřeba energie s fosilních zdrojů WTW_{fos} vztaženo na využitelný obsah energie při spotřebě TTW



Graf 4.1 porovnání vybraných plyných alternativních paliv z hlediska fáze 1 a fáze 2 a celkové spotřeby energie z fosilních zdrojů (WTW_{fos}) vztaženo na využitelný obsah energie při spotřebě (TTW) [4]



Graf 4.2 Porovnání bionafty a synteticky vyrobené nafty z hlediska fáze 1 a fáze 2 a celkové spotřeby energie z fosilních zdrojů (WTW_{fos}) vztaženo na využitelný obsah energie při spotřebě (TTW) [4]

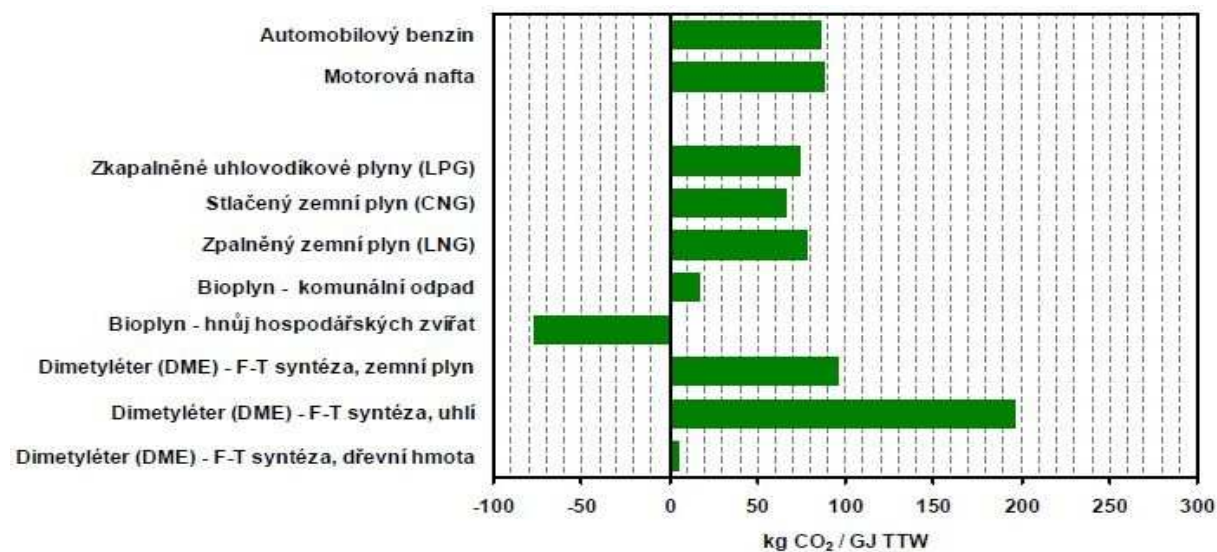
Z uvedených grafů 4.1 a 4.2 je zřejmé, že kromě LPG a CNG je fáze výroby, produkce a distribuce paliv velmi náročná. Spotřeba energie na první fázi je odpovídající využitelnému energetickému obsahu u syntetických kapalných paliv, bioplynu a DME.

U elektrolyticky vyrobeného vodíku, bionafty a bioetanolu překračuje spotřebovaná energie využitelnou energii 1,5 až 5 krát.

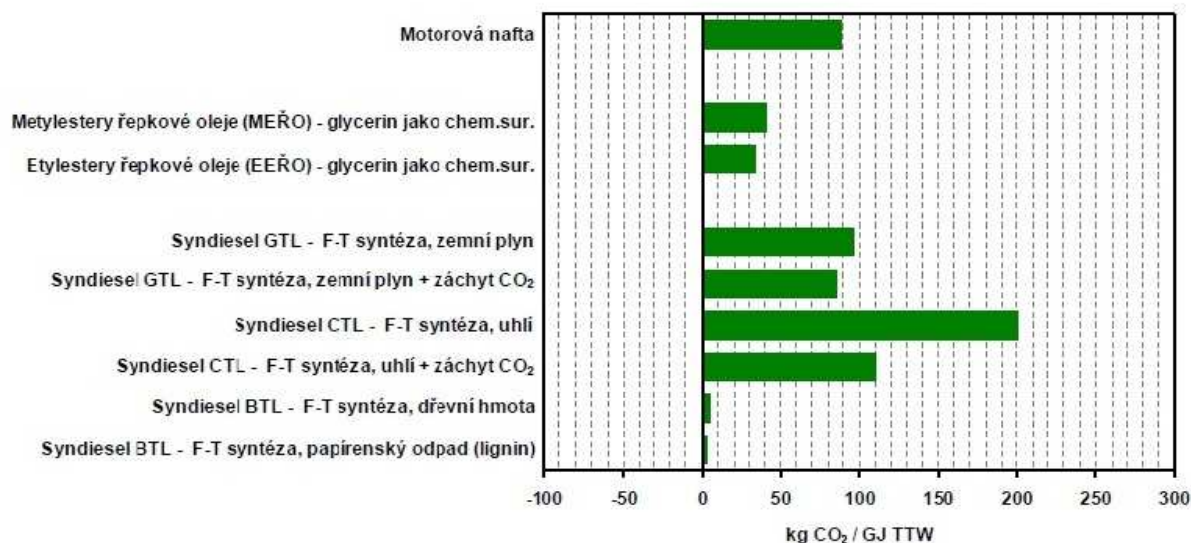
Tab. 4.1 Snížení emisí při využití plyných paliv ve srovnání s naftou

Parametr	Změna
PM	Snížení o 85-90%
NO _x	Snížení o 50-60%
HC	Srovnatelné
CO	Snížení o 75-85%
CO ₂	Pro LPG srovnatelné, pro CNG snížení o 15%

V tabulce 4.1 jsou uvedené některé prvky, které jsou při spalování obsaženy ve vypouštěných emisích a procentuelní snížení emisí těchto prvků při použití plyných paliv LPG a CNG.



Graf 4.3 Celkové emise CO₂ spojené s fází 1 a 2 plyných paliv vztahované na využitelný energetický obsah [4]



Graf 4.4 Celkové emise CO₂ fáze 1 a 2 bionafty a syntetické motorové nafty vztažené na využitelný obsah energie [4]

Z uvedených grafů 4.3 a 4.4 je patrné snížení emisí skleníkových plynů u většiny plyných a kapalných alternativních paliv.

Z uvedené Well to Whells analýzy je zřejmé, že pro pohon vozidel se nejvíce hodí LPG a CNG z důvodu nižší energetické náročnosti a nižšího množství vypouštěných emisí než u konvenčních paliv.

4.2 Výběr alternativních paliv

Po provedení Well to Whells analýzy a SWOT analýzy jsem dospěl k názoru, že pro pohon vozidel je nejvýhodnější CNG a LPG. Do výběru alternativních paliv jsem musel ovšem zahrnout i okolní faktory jako je dostupnost čerpacích stanic, cena přestavby vozidel a cena paliva. Po posouzení těchto faktorů jsem dospěl k názoru, že se pro pohon vozidel vybrané dopravní organizace je vhodnější LPG z důvodu dostupnosti paliva, nižší ceny přestavby a ceny paliva než u CNG.

5. Ověření návrhu

Charita Zábřeh se snaží vyhledávat potřebné a poskytovat pomoc lidem v nepříznivých životních situacích a podporovat jejich začlenění do běžného života.

Využití dopravních prostředků:

- taxi služba pro nemohoucí lidi
- dopravě zdravotnického personálu
- rozvoz obědů
- přeprava výrobků z chráněných dílen

Mapa teritoria provozu dopravních prostředků je znázorněna v příloze G.

5.1 Náklady předpokládané přestavby vozidel

Tab. 5.1 Vozový park

p.č.	Výrobce	Typ	Obsah [cm ³]	Rok výroby	Palivo	Spotřeba dle TP [l]	Kilometrický proběh [km/měs]	Cena přestavby [Kč]
1	Škoda	Fabia 1.0	996	2002	naturál	6,94	817	28 000,-
2	Škoda	Fabia 1.2	1198	2002	naturál	6,19	642	28 000,-
3	Škoda	Fabia 1.2 HTP	1198	2003	naturál	6,19	944	28 000,-
4	Škoda	Fabia 1.2 HTP	1198	2004	naturál	6,23	618	28 000,-
5	Škoda	Fabia 1.4	1397	2001	naturál	7,26	1 036	28 000,-
6	Škoda	Fabia 1.4	1397	2000	naturál	7,26	1 156	28 000,-
7	Škoda	Fabia 1.4 kombi	1397	2001	naturál	7,53	1 783	28 000,-
8	Škoda	Fabia 1.4	1397	2001	naturál	7,26	1 062	28 000,-
9	Škoda	Felicia LXi	1289	2000	naturál	7,03	595	18 000,-
10	Škoda	Felicia	1289	1999	naturál	6,73	869	18 000,-
11	Škoda	Felicia Lxi 1.6	1598	1997	naturál	7,3	596	28 000,-
12	Škoda	Felicia Kombi	1289	1995	naturál	6,9	955	18 000,-
13	Škoda	Felicia VanPlus	1289	1998	naturál	7,43	995	18 000,-
14	Škoda	Felicia Kombi	1289	1995	naturál	6,9	1 495	18 000,-
15	Škoda	Felicia Kombi	1289	1996	naturál	6,9	2 033	18 000,-
16	Škoda	Felicia LXi	1289	1997	naturál	8	1 519	18 000,-
17	Škoda	Felicia LXi	1289	1999	naturál	7,03	776	18 000,-
18	Škoda	Forman Plus LXi	1289	1993	naturál	7,8	629	18 000,-
19	Škoda	Favorit 135	1289	1993	naturál	7,3	644	18 000,-

p.č	Výrobce	Typ	Obsah [cm ³]	Rok výroby	Palivo	Spotřeba dle TP [l]	Kilometrický proběh [km/měs]	Cena přestavby [Kč]
20	Škoda	Favorit 135 GLXi	1289	1992	naturál	7,13	460	18 000,-
21	Škoda	120 LS	1174	1985	naturál	8,2	1 125	12 000,-
22	Fiat	Panda 1.1	1108	2003	naturál	5,9	1 014	28 000,-
23	Fiat	Panda 1.2	1242	2003	naturál	5,83	674	28 000,-
24	Renault	Kango	1149	2002	naturál	7,3	1 121	28 000,-
25	Renault	Kango	1149	2008	naturál	7,2	812	28 000,-
26	Toyota	Yaris 1.0	998	2002	naturál	5,9	1 571	28 000,-
27	Toyota	Yaris 1.0	998	2004	naturál	5,9	326	28 000,-
28	VW	Transporter 1.9 D	1896	2005	nafta	7,96	899	-
29	VW	Transporter 1.9 D	1896	1994	nafta	9,9	619	-
30	Škoda	Octavia 1.9 D	1896	1997	nafta	5,06	1 234	-
31	Citroen	Berlingo 1.9 D	1997	2002	nafta	6,13	1 964	-
32	Citroen	Berlingo 2.0 HDi	1868	2000	nafta	6,96	346	-
	celkem							630 000,-

Cena přestaveb na LPG se pohybuje od 12-28 tisíc Kč. Nejlevnější systém (12 000 Kč) se montuje do vozidel, které mají motor vybaven karburátorem. Pro vozidla jejichž motor je vybaven jednobodovým vstřikováním je cena přestavby 18 000 Kč a u novějších vozidel nebo u vozidel, které mají vícebodové vstřikování paliva stojí přestavba 28 000 Kč. Ve zvolené organizaci bude přestavěno 1 vozidlo za 12 000 Kč, 11 vozidel za 18 000 Kč a 15 vozidel za 28 000 Kč. Celkové náklady na přestavbu vozového parku tedy budou 630 000 Kč. [13]

5.2 Výpočet návratnosti přestavby vozidel

Pro výpočet návratnosti přestavby vozidel na LPG jsem použil tyto vzorec:

Výpočet spotřeby LPG

$$SL = SB * 1,1 \quad (1)$$

kde:

SL – spotřeba LPG [l/100 km]

SB – spotřeba benzínu [l/100 km]

Výpočet kilometrů, které je potřeba ujet aby se navrátila přestavba vozu.

$$N = \frac{NP}{(CB * SB - CA * SA)} \quad [9] \quad (2)$$

kde:

N – kilometrický proběh [km]

NP – náklady na pořízení [Kč]

CB – cena benzínu [Kč]

SB – spotřeba benzínu [l/km]

CA – cena LPG [Kč]

SA – spotřeba LPG [l/km]

Výpočet doby návratnosti

$$D = \frac{N}{K} \quad (3)$$

kde:

D – doba návratnosti [měs.]

N – kilometrický proběh [km]

K – průměrný měsíční kilometrický proběh [km/měsíc]

Celková návratnost všech přestavovaných vozidel

Protože vozidla nemají stejnou spotřebu paliva a stejný měsíční kilometrický proběh, rozhodl jsem se vypočítat celkovou návratnost investice z uspořených nákladů na pohonné hmoty.

$$R = \sum_1^n MSB * CB - MSA * CA \quad (4)$$

kde:

R – ušetřené náklady [Kč/měsíc]

MSB – spotřeba benzínu [l/měsíc]

MSA – spotřeba LPG [l/měsíc]

CB – cena benzínu [Kč/měsíc]

CA – cena LPG [Kč/měsíc]

Celkovou návratnost vypočítáme podle vzorce

$$CNA = \frac{CN}{R} \quad (5)$$

kde:

CNA – celková návratnost přestavby [měsíc]

CN – celkové náklady přestavby [Kč]

R – ušetřené náklady [Kč/měsíc]

Data potřebná k výpočtu návratnosti přestavby jsou uvedeny v tabulce 5.2.

Tab. 5.2 Data potřebná k výpočtu návratnosti

p.č.	Výrobce	Typ	Palivo	Spotřeba dle TP [l/km]	Spotřeba LPG [l/km]	Kilometrický proběh [km/měs]	Cena přestavby [Kč]
1	Škoda	Fabia 1.0	naturál	0,0694	0,07634	817	28 000,-
2	Škoda	Fabia 1.2	naturál	0,0616	0,06776	642	28 000,-
3	Škoda	Fabia 1.2 HTP	naturál	0,0616	0,06776	944	28 000,-
4	Škoda	Fabia 1.2 HTP	naturál	0,0623	0,06853	618	28 000,-
5	Škoda	Fabia 1.4	naturál	0,0726	0,07986	1 036	28 000,-
6	Škoda	Fabia 1.4	naturál	0,0726	0,07986	1 156	28 000,-
7	Škoda	Fabia 1.4 kombi	naturál	0,0753	0,08283	1 783	28 000,-
8	Škoda	Fabia 1.4	naturál	0,0726	0,07986	1 062	28 000,-
9	Škoda	Felicia LXi	naturál	0,0703	0,07733	595	18 000,-
10	Škoda	Felicia	naturál	0,0673	0,07403	869	18 000,-
11	Škoda	Felicia Lxi 1.6	naturál	0,073	0,0803	596	28 000,-
12	Škoda	Felicia Kombi	naturál	0,069	0,0759	955	18 000,-
13	Škoda	Felicia VanPlus	naturál	0,0743	0,08173	995	18 000,-
14	Škoda	Felicia Kombi	naturál	0,069	0,0759	1 495	18 000,-
15	Škoda	Felicia Kombi	naturál	0,069	0,0759	2 033	18 000,-
16	Škoda	Felicia LXi	naturál	0,08	0,088	1 519	18 000,-
17	Škoda	Feliciia LXi	naturál	0,0703	0,07733	776	18 000,-
18	Škoda	Forman Plus LXi	naturál	0,078	0,0858	629	18 000,-
19	Škoda	Favorit 135	naturál	0,073	0,0803	644	18 000,-
20	Škoda	Favorit 135 GLXi	naturál	0,0713	0,07843	460	18 000,-
21	Škoda	120 LS	naturál	0,082	0,0902	1 125	12 000,-
22	Fiat	Panda 1.1	naturál	0,059	0,0649	1 014	28 000,-
23	Fiat	Panda 1.2	naturál	0,0583	0,06413	674	28 000,-
24	Renault	Kango	naturál	0,073	0,0803	1 121	28 000,-
25	Renault	Kango	naturál	0,072	0,0792	812	28 000,-
26	Toyota	Yaris 1.0	naturál	0,059	0,0649	1 571	28 000,-
27	Toyota	Yaris 1.0	naturál	0,059	0,0649	326	28 000,-
	celkem						630 000,-

Tab. 5.3 Ceny paliv použité pro výpočet návratnosti přestavby

Cena benzínu	30 Kč
Cena LPG	14,80 Kč

Výpočet návratnosti přestavby vozu č.1

$$SL = 6,94 * 110\% = 7,634 \text{ l}$$

$$N = \frac{28000}{(30 * 6,94 - 14,8 * 7,634)} = 29406,58 \text{ km}$$

$$D = \frac{29403,58}{817} = 36 \text{ měsíců}$$

Výpočty návratností ostatních vozů jsou uvedeny v příloze H.

Tab. 5.3 Návratnost přestavby jednotlivých vozidel

p.č	Typ	Spotřeba benzínu dle TP [l/km]	Spotřeba LPG [l/km]	Kilomet- rický proběh [km/měs]	Cena přestavby [Kč]	Návratnost [km]	Návratnost [měsících]
1	Fabia 1.0	0,0694	0,07634	817	28 000,-	29 407	36
2	Fabia 1.2	0,0616	0,06776	642	28 000,-	33 130	51,63
3	Fabia 1.2 HTP	0,0616	0,06776	944	28 000,-	33 130	35,08
4	Fabia 1.2 HTP	0,0623	0,06853	618	28 000,-	32 757	53,01
5	Fabia 1.4	0,0726	0,07986	1 036	28 000,-	28 110	27,14
6	Fabia 1.4	0,0726	0,07986	1 156	28 000,-	28 110	24,31
7	Fabia 1.4 kombi	0,0753	0,08283	1 783	28 000,-	27 102	15,2
8	Fabia 1.4	0,0726	0,07986	1 062	28 000,-	28 110	26,47
9	Felicia LXi	0,0703	0,07733	595	18 000,-	18 662	31,37
10	Felicia	0,0673	0,07403	869	18 000,-	19 494	22,44
11	Felicia Lxi 1.6	0,073	0,0803	596	28 000,-	27 956	46,88
12	Felicia Kombi	0,069	0,0759	955	18 000,-	19 014	19,91
13	Felicia VanPlus	0,0743	0,08173	995	18 000,-	17 658	17,75
14	Felicia Kombi	0,069	0,0759	1 495	18 000,-	19 014	12,72
15	Felicia Kombi	0,069	0,0759	2 033	18 000,-	19 014	9,35
16	Felicia LXi	0,08	0,088	1 519	18 000,-	16 399	10,8
17	Felicia LXi	0,0703	0,07733	776	18 000,-	18 662	24,05
18	Forman Plus LXi	0,078	0,0858	629	18 000,-	16 820	26,74
19	Favorit 135	0,073	0,0803	644	18 000,-	17 972	27,91
20	Favorit 135 GLXi	0,0713	0,07843	460	18 000,-	18 400	40,03
21	120 LS	0,082	0,0902	1 125	12 000,-	10 666	9,48
22	Panda 1.1	0,059	0,0649	1 014	28 000,-	34 590	34,1
23	Panda 1.2	0,0583	0,06413	674	28 000,-	35 005	51,97
24	Kango	0,073	0,0803	1 121	28 000,-	27 956	24,93
25	Kango	0,072	0,0792	812	28 000,-	28 345	34,91
26	Yaris 1.0	0,059	0,0649	1 571	28 000,-	34 590	22,02
27	Yaris 1.0	0,059	0,0649	326	28 000,-	34 590	106,1

V tabulce 5.3 jsou uvedeny návratnosti jednotlivých vozidel. Návratnost v kilometrech je zaokrouhlena na celé kilometry.

Výpočet celkové návratnosti

$$R = 56,69 \cdot 30 - 62,36 \cdot 14,8 + 39,52 \cdot 30 - 43,47 \cdot 14,8 + \dots + 19,23 \cdot 30 + 21,15 \cdot 14,8 = 25229,14$$

$$CNA = \frac{630000}{25229,14} = 24,971 \text{ měsíců}$$

Celková návratnost možné přestavby všech vozidel je 25 měsíců. Roční úspora nákladů na pohonné hmoty po navrácení investic do přestavby bude 302 750 Kč.

6. Závěr

V bakalářské práci jsem provedl analýzy alternativních paliv vhodných pro provoz dopravní organizace. Z provedených analýz jsem dospěl k závěru, že pro pohon vozidel se nejvíce hodí LPG a CNG. Při přechodu na tyto paliva je nutná přestavba vozidel.

Při ověřování návrhu ve zvolené organizaci jsem vypočítal celkovou návratnost přestavby vozidel, která činí 25 měsíců a roční úsporu nákladů na pohonné hmoty po navrácení investice, která činí 302 750 Kč.

Klady navrhovaného řešení

Největší výhoda přestavby vozidel na tyto paliva spočívá v uspořené nákladů na pohonné hmoty a to až o 50%, sníží se množství vypouštěných emisí a při použití LPG se zvýší dojezd vozidla.

Zápory navrhovaného řešení

Při přechodu na tyto paliva je nutná přestavba vozidla. Z toho plynou náklady spojené s přestavbou vozidel a jejich dvoudenní neprovozuschopnost. U LPG jsou náklady 12-28 tis. Kč dle typu vozidla a u CNG jsou tyto náklady 40-80 tis. Kč dle počtu nádrží. Další nevýhoda spočívá ve zmenšení zavazadlového prostoru o velikost nádrže, která se u LPG umísťuje na místo rezervního kola, které se pak vozí v kufru vozidla. Tuto nevýhodu lze odstranit nahrazením rezervního kola soupravou pro opravu pneumatiky. Protože má LPG větší hmotnost než vzduch, je zakázáno s automobily přestavěnými na LPG parkovat v podzemních garážích – hrozí nebezpečí výbuchu, tato neplatí u CNG. Dále je třeba před jízdou na STK provést kontrolu těsnosti palivové soustavy LPG.

Přínos výsledků bakalářské práce

Tato práce může pomoci organizacím, které mají zájem o přechod na alternativní paliva vybrat alternativní palivo, které nejlépe vyhovuje jejich požadavkům. Dle této práce si mohou rovněž vypočítat návratnost přechodu na LPG.

Podíl vlastní práce

- Sestavení SWOT analýzy
- Výběr alternativních paliv vhodných k pohonu dopravních prostředků zvolené organizace
- Výpočet návratnosti přestavby jednotlivých vozidel
- Výpočet celkové návratnosti navrhované přestavby
- Výčet kladů a záporů navrhovaného řešení

7. Seznam použité literatury

- [1] Ministerstvo dopravy: Ročenka dopravy 2008, [online] dostupné z <http://www.sydos.cz/cs/rocenka-2008>
- [2] Škapa P.: *Doprava a životní prostředí I*, VŠB-TECHNICKÁ UNIVERZITA Ostrava, Ostrava 2003. 142s. ISBN 80-248-0433-6.
- [3] Škapa P.: *Doprava a životní prostředí II*, VŠB-TECHNICKÁ UNIVERZITA Ostrava, Ostrava 2003. 144s. ISBN 80-248-0434-4.
- [4] Šebor, G., Pospíšil, M., Žárovec, J.: *TECHNICKO – EKONOMICKÁ ANALÝZA VHODNÝCH ALTERNATIVNÍCH PALIV*, Ústav technologie ropy a petrochemie, VŠCHT Praha, 2006.
- [5] <http://www.hybrid-drive.info/>
- [6] <http://www.nrel.gov>
- [7] <http://www.elpege.cz/>
- [8] Matějovský V.: *Automobilová paliva*, Praha: Grada, 2005.
- [9] <http://www.biom.cz>
- [10] <http://www.zabreh.ceritas.cz>
- [11] <http://www.busportal.cz>
- [12] <http://biopaliva.webgarden.cz>
- [13] firemní literatura HTS sro.
- [14] <http://www.env.cz>

8. Seznam příloh

Příloha A – Přehled zákonů a vyhlášek vztahujících se k ochraně životního prostředí

Příloha B – Zákony, směrnice a předpisy Evropské unie na ochranu životního prostředí

Příloha C – Schéma znázornění zástavby LPG do automobilu

Příloha D – Schéma znázornění zástavby CNG do automobilu

Příloha E – Schéma čerpací stanice rychlého plnění CNG

Příloha F – Schéma stanice pomalého plnění CNG

Příloha G – Mapa teritoria provozu vozidel

Příloha H – Výpočty návratnosti přestavby vozidel